

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 43 520.0

**Anmeldetag:** 19. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Andreas Stihl AG & Co, Waiblingen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung eines Zylinders

**IPC:** B 23 P, B 22 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

Klostermeyer



Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Andreas Stihl AG & Co.  
Badstr. 115

A 42 126/flyu

18. Sep. 2002

71336 Waiblingen

### Verfahren zur Herstellung eines Zylinders

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinders für einen Verbrennungsmotor der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung.

Aus der DE 198 10 470 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Zylindergehäuse gegossen wird mit einer Zylinderwand, welche einen Innenraum zur Aufnahme eines Hubkolbens begrenzt, wobei der Zylinder für Zweitaktmotoren vorgesehen ist und daher in der Zylinderwand eingeschlossene Überströmkanäle vorgesehen sind. Durch die Überströmkanäle soll in bekannter Weise die Versorgung des vom Kolben begrenzten Brennraums im Zylinder mit Kraftstoffgemisch oder Luft gewährleistet werden. Zur Verbindung des im wesentlichen axial in der Zylinderwand verlaufenden Überströmkanals mit dem Innenraum des Zylinders ist in der Zylinderwand ein radiales Steuerfenster vorzusehen, welches in bekannter Weise im Betrieb des Motors von dem Hubkolben turnusmäßig abgedeckt und wieder freigegeben wird. Bei dem bekannten Verfahren wird zunächst ein Rohling des Zylindergehäuses gegossen, der lediglich mit den in der Zylinderwand eingeschlossenen Strömungskanälen versehen ist, so daß der Rohzylinderkörper mit hohem Wirkungsgrad und Ein-

sparung von Herstellungskosten gegossen werden kann. In einem zweiten Verfahrensschritt zur Herstellung des Zylinders wird für jeden Überströmkanal ein Steuerfenster mit einem kontaktfreien maschinellen Formungsverfahren eingearbeitet, wie etwa maschinell im elektrischen Entladungsformen. Das bekannte Verfahren geht dabei davon aus, daß nur mit einem kontaktfreien Formungsverfahren ein präzises Arbeiten bei der Ausbildung des Steuerfensters in der Zylinderwand möglich ist. Bei dem bekannten kontaktfreien Formungsverfahren der Steuerfenster wird ein Werkzeug in den gegossenen Rohrzylinderkörper eingeführt und an dem Wandabschnitt der Zylinderwand in Stellung gebracht, an dem das Steuerfenster in der Zylinderwand zur Verbindung mit dem noch verborgen liegenden Überströmkanal ausgespart werden soll.

Die Herstellung von Zylindern mit dem bekannten Verfahren erfordert jedoch anspruchsvolle und teure Bearbeitungsmaschinen zur kontaktfreien Aussparung der Steuerfenster in der Zylinderwand. Bei der Herstellung von Zylindern für kleine Verbrennungsmotoren, wie sie beispielsweise in handgeführten Arbeitsgeräten zum Einsatz kommen, führt das kontaktfreie Bearbeiten zu hohen Herstellungskosten des Zylinders und damit des Motors, was vor allem bei der Fertigung mit hohen Stückzahlen nicht tragbar ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art zu schaffen, welche eine schnelle und kostengünstige Herstellung des Zylinders ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Nach der Erfindung wird eine kostengünstige Herstellung des Zylinders durch eine zweistufige Bearbeitung bei der Ausbildung des Steuerfensters in dem gegossenen Zylindergehäuse erreicht. Dabei wird in einem ersten Schritt mit einem spanabhebenden Werkzeug mit rotierender Hauptbewegung die Zylinderwand in der vorgesehenen Position des Steuerfensters durchbrochen und in einem zweiten Schritt mit einem Werkzeug mit vorzugsweise geradliniger Hauptbewegung der Durchbruch auf die vorgesehenen Maße des Steuerfensters aufgeweitet. Auf diese Weise wird ein Großteil des erforderlichen Materialabtrages zur Aussparung des Steuerfensters mit einem kostengünstigen Fertigungsverfahren mit rotierender Hauptbewegung durchgeführt. Die im ersten Schritt bei rotierender Hauptbewegung des Werkzeuges verbleibenden Grate können mit geradliniger Bearbeitung sauber entfernt und die genauen Maße des Steuerfensters ausgebildet werden. Auch die erfindungsgemäße Bearbeitung im zweiten Schritt vorzugsweise mit einem Werkzeug mit insbesondere geradliniger Hauptbewegung ist kostengünstig durchführbar, bedarfsweise sogar mit der gleichen Arbeitsmaschine. Die erfindungsgemäße Kombination zweier Bearbeitungsschritte mit zunächst rotierender Bearbeitung und anschließender Fertigstellung des Steuerfensters mit einem anderen Werkzeug ermöglicht eine präzise Ausfertigung des Steuerfensters für einen jeden Strömungskanal bei gegenüber bekannten Verfahren deutlich reduzierten Herstellungskosten.

Der Durchbruch der Zylinderwand im ersten Schritt der Ausbildung der Steuerfenster erfolgt vorteilhaft durch Fräsen, wobei ein Durchbruch mit bereits der vorgesehenen Höhe des Steuerfensters in axialer Richtung des Zylinders entsprechend dem Maß ausgebildet werden kann, wenn ein Scheibenfräser mit der Höhe entsprechender Schneidenbreite eingesetzt wird. Die Ausarbeitung des Steuerfensters in der Kanalwand kann weiter beschleunigt werden, wenn der erste Bearbeitungsschritt mit einem Werkzeug mit rotierender Hauptbewegung bis zu einem Schrittingriff des Werkzeuges in die Zylinderwand entsprechend der vorgesehenen Breite des Steuerfensters in Umfangsrichtung des Zylinders erfolgt.

Der zweite Bearbeitungsschritt erfolgt vorzugsweise mit einem Werkzeug mit geradliniger Hauptbewegung, bevorzugt mit einem Furchenwerkzeug, insbesondere einem Räumwerkzeug. Dabei wird das geradlinig zu führende Werkzeug von der Arbeitsstellung ausgetrieben und mit der Quervorschubbewegung der Arbeitsmaschine als Hauptbewegungsrichtung angetrieben. Bevorzugt erfolgt aber die Bearbeitung mit geradliniger Hauptbewegung ausgehend von der rotierenden Arbeitsspindel, wobei die Vorschubbewegung im Rotationsbetrieb der Spindel die Hauptbewegung des Werkzeuges bei geradliniger Bewegung bildet. Auf diese Weise kann die gleiche Arbeitsmaschine für den ersten Bearbeitungsschritt mit rotierender Schnittbewegung und die geradlinige Hauptbewegung im zweiten Schritt mit der gleichen Arbeitsmaschine durchgeführt werden und so die Bearbeitungszeit bei sehr kurzer Umrüstzeit für das neue Werkzeug für den zweiten Bearbeitungsschritt reduziert werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die rotierend antreibbare Arbeitsspindel mit dem geradlinig zu führenden Arbeitswerkzeug für den zweiten Schritt in die Arbeitsstellung innerhalb des Zylindergehäuses gebracht und das Werkzeug in eine Ausrichtung mit geeignetem Angriffswinkel in bezug auf die Lage des Steuerfensters gedreht. Anschließend wird die Arbeitsspindel mit dem Werkzeug in der geradlinigen Hauptbewegung hin- und hergeführt und die spanende Bearbeitung aufgenommen. Am Ende der Bearbeitung kann am fertig geschnittenen Steuerfenster eine Entfernung von Graten und eine Säuberung des Randes des Steuerfensters vorgenommen werden, wobei das Werkzeug durch mit der Hubposition des Werkzeuges abgestimmte Drehbewegungen den Rand des Steuerfensters bestreicht.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung kann der zweite Bearbeitungsschritt auch kontaktlos erfolgen, so vorzugsweise durch Erodieren oder auch Lasern.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Zylindergehäuses,

Fig. 2 eine perspektivische Draufsicht auf ein Zylindergehäuse,

Fig. 3 einen Längsschnitt eines Zylindergehäuses während der Bearbeitung mit rotierendem Werkzeug,

Fig. 4 einen Querschnitt des Zylindergehäuses während der Bearbeitung mit rotierendem Werkzeug,

Fig. 5 einen Längsschnitt des Zylindergehäuses während der Bearbeitung mit längsgeführtem Werkzeug,

Fig. 6 einen Querschnitt des Zylindergehäuses während der Bearbeitung mit geradlinig geführtem Werkzeug.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen ein Zylindergehäuse 1 für einen Verbrennungsmotor eines handgeführten Arbeitsgerätes, welcher als Druckgußteil urgeformt ist und mit einer Zylinderwand 2 einen Innenraum 3 zur Aufnahme eines Hubkolbens begrenzt. Die Zylinderwand 2 ist an ihrer Außenseite mit Kühlrippen 14 zur Luftkühlung des Zylinders ausgestattet. Das Zylindergehäuse 1 ist in integraler Bauweise gegossen und an einer Seite zum Einschub des Hubkolbens geöffnet, wobei die geöffnete Seite mit einem ebenen Flansch 15 zur Verbindung mit einem Motorblock ausgebildet ist. In die Zylinderwand 2 sind Steuerfenster 5 eingearbeitet, welche die Mündung von Strömungskanälen 4 in den Innenraum 3 des Zylinders darstellen und im Betrieb der Brennkraftmaschine in an sich bekannter Weise von dem hin- und hergehenden Kolben geöffnet und geschlossen werden für Zwecke des Ladungswechsels. Die Strömungskanäle 4 können dabei je nach Bauweise des Motors Luft zuführen oder auch mit Kraftstoff/Luft-Gemisch gespeist sein aus dem Kurbelgehäuse des Verbrennungsmotors oder einer separaten Einrichtung zur Gemischaufbereitung. Bei der Herstellung des Zylindergehäuses 1 ist vorgesehen, in einem ersten Bearbeitungsschritt das Zylindergehäuse zu gießen und in einem zweiten Be-

arbeitungsschritt durch spanende Bearbeitung der Zylinderwand die radialen Steuerfenster 5 als Abschluß der Überströmkanäle 4 auszusparen. Auf diese Weise kann ein integrales Zylindergehäuse 1 mit einem einfachen Gießkern für den Innenraum hergestellt werden, da auf komplizierte Gießkerne zur Darstellung von radialen Hinterschnitten, bedingt durch die Steuerfenster 5 in der Zylinderwand 2, verzichtet werden kann. Das nachstehend anhand der Fig. 3 bis 6 erläuterte Herstellungsverfahren zur Ausbildung der Steuerfenster 5 kann auf jeglichen Anwendungsfall im wesentlichen radialer Durchbrüche in der Zylinderwand Anwendung finden. So können auch Einlaß- oder Auslaßkanäle auf diese Weise bearbeitet werden oder neben der in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Bauweise mit an der Außenseite des Zylindergehäuses 1 angeschlossenen Strömungskanälen eine Brennraummündung von integral in der Zylinderwand eingeschlossenen Überströmkanälen hergestellt werden.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt eines Zylindergehäuses 1 für einen schlitzzesteuerten Zweitaktmotor, wobei das Zylindergehäuse 1 als Druckgußteil mit in der Zylinderwand 2 eingeschlossenen Überströmkanälen 4 gefertigt wird. Die im Ausführungsbeispiel diametral gegenüberliegenden Überströmkanäle 4 und der Innenraum 3 bilden die Hohlräume des gegossenen Zylindergehäuses 1 und werden ohne Hinterschnitt urgeformt, wodurch im Gußrohling des Zylindergehäuses 1 die Zugänge der Überströmkanäle 4 zum Innenraum 3 des Zylinders verschlossen sind. Die Steuerfenster 5 werden in dem Gußrohling durch mechanische Bearbeitung der Zylinderwand ausgebildet und stellen die Strömungsverbindung der Kanäle 4 zum Innenraum 3 her. Zur Aussparung der Steuerfenster 5 ist ein mehrstufiges



Spanungsverfahren vorgesehen, wobei in einem ersten Schritt, wie in Fig. 3 dargestellt, ein Scheibenfräser 7 in den am Flansch 15 offenen Innenraum 3 des Zylindergehäuses 1 eingeführt wird. Der Scheibenfräser 7 ist am Ende der Antriebs-  
spindel der Arbeitsmaschine angeordnet und wird von der Steuerung der Maschine über die Antriebsspindel 6 in die vorgesehene Arbeitsposition gegenüber der Zylinderwand 2 gebracht. Mit dem Scheibenfräser 7 wird in der für das Steuerfenster 5 vorgesehenen Position ein Durchbruch 10 in die Zylinderwand 2 eingefräst. Dabei wird der Scheibenfräser 7 mit seiner rotierenden Hauptbewegung 11 mit einer Vorschubbewegung 12 in Querrichtung des Zylinders auf die Zylinderwand 2 zu bewegt und bringt dort den Durchbruch an. Die Schnittbreite des Scheibenfräasers 7 entspricht dabei vorteilhaft in etwa der vorgesehenen axialen Höhe des Steuerfensters 5, so daß ein einmaliger Fräsvorschub für den ersten Bearbeitungsschritt genügt.

Fig. 4 zeigt den Fräskopf 7 in der Bearbeitungsposition in der Zylinderwand 2. Der Fräskopf wird dabei bis zu einem Schnitteingriff in die Zylinderwand 2 entsprechend der Breite B des Steuerfensters 5 in Umfangsrichtung des Zylinders bewegt. Sobald der Schnitteingriff in die Zylinderwand der Breite B entspricht, wird die Vorschubbewegung der Arbeitsmaschine gestoppt und der Fräskopf zur Auswechslung des Werkzeuges aus dem Werkstück herausgefahren. Bei der Bearbeitung mit dem Fräskopf verbleibt am Rand des Steuerfensters 5 aufgrund der rotierenden Hauptbewegung des Werkzeuges ein Grat mit etwa kommaförmigem Querschnitt, welcher in der anschließenden Bearbeitungsphase des mehrstufigen Arbeitsverfahrens zur Aus-

bildung der Steuerfenster entfernt wird. Dies kann kontaktlos durch Erodieren, Lasern oder dgl. Bearbeitung ausgeführt werden. Bevorzugt wird im Anschluß an die Bearbeitung mit dem rotierenden Fräskopf auf die Arbeitsspindel 6 ein geradlinig zu führendes Furchwerkzeug gespannt und mit der Arbeitsspindel in die Arbeitsposition im Inneren des Zylindergehäuses gefahren. Das Furchwerkzeug kann dabei ein Räumwerkzeug sein.

Wie in Fig. 5 dargestellt, wird das Furchwerkzeug 8 mit der Arbeitsspindel 6 auf die dem Steuerfenster 5 entsprechende axiale Höhe im Innenraum 3 des Zylindergehäuses 1 gebracht und mit einer geradlinigen Querbewegung 13 der vom Fräskopf angebrachte Durchbruch auf die vorgesehenen Maße des Steuerfensters 5 aufgeweitet. Vor der spanenden Bearbeitung des Durchbruchs mit geradlinigen Bewegungen wird zur Ausrichtung des Werkzeuges 8 die Arbeitsspindel 6 von der Steuerung der Arbeitsmaschine in die geeignete Position innerhalb des Werkstückes gefahren, welche durch ein Arbeitsprogramm vorgegeben sein kann. Durch entsprechende Drehbewegungen der Arbeitsspindel 6 wird das Furchwerkzeug 8 in den optimalen Angriffswinkel im Bezug auf die Lage des Steuerfensters 5 in der Zylinderwand ausgerichtet. Nach der Ausrichtung des Werkzeuges wird zur spanenden Bearbeitung die Antriebsspindel ohne Rotationsbewegung geradlinig bewegt, wobei die Vorschubbewegung für den Fräsbetrieb nunmehr die Hauptbewegung des Werkzeuges bestimmt. Die Antriebsspindel arbeitet nunmehr in einer Ebene, welche durch eine Vorschubbewegung zum Abtragen der Späne 9 am Rand des Steuerfensters 5 verändert wird. Es hat sich dabei gezeigt, daß Vorschubgeschwindigkeiten gängiger Arbeitsmaschinen ausreichen, um bei der erfindungsgemäßen Be-

arbeitung des Steuerfensters die geradlinige Hauptbewegung zu ermöglichen. Auf diese Weise kann für die zweistufige Bearbeitung des Gußrohrlings zur Ausbildung der Steuerfenster 5 in der Zylinderwand 2 dieselbe Arbeitsmaschine für den Fräsvorgang und den anschließenden Bearbeitungsvorgang mit geradliniger Werkzeugführung eingesetzt werden.

Sobald das Steuerfenster auf die vorgesehenen Maße aufgeweitet ist, kann am Ende der Bearbeitung eine Säuberung des Randes des Steuerfensters bzw. eine Entfernung gegebenenfalls verbleibender Grate erfolgen, indem in Synchronisation mit der geradlinigen Hin- und Herbewegung das Werkzeug in einem geeigneten Winkel gedreht wird und den Rand des Steuerfensters bestreicht.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Andreas Stihl AG & Co.  
Badstr. 115

71336 Waiblingen

A 42 126/flyu  
18. Sep. 2002

### Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zylinders für einen Verbrennungsmotor, wobei ein Zylindergehäuse (1) gegossen wird mit einer Zylinderwand (2), welche einen Innenraum (3) zur Aufnahme eines Hubkolbens begrenzt und anschließend in die Zylinderwand (2) ein Steuerfenster (5) als Mündung eines Strömungskanals (4) in den Innenraum (3) eingearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerfenster (5) durch eine mehrstufige Bearbeitung der Zylinderwand (2) ausgebildet wird, wobei in einem ersten Schritt mit einem spanabhebenden Werkzeug (7) mit rotierender Hauptbewegung (11) ein Durchbruch (10) in der Zylinderwand ausgebildet wird und in einem zweiten Schritt mit einem Werkzeug der Durchbruch (10) auf die vorgesehenen Maße des Steuerfensters (5) aufgeweitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerfenster (5) als Mündung eines in der Zylinderwand (2) eingeschlossenen Strömungskanals (4) in den Innenraum (3) des Zylinders vorgesehen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Schritt der  
Bearbeitung mit einer geradlinigen Hauptbewegung, vor-  
zugsweise mit einem Furchwerkzeug (8) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Schritt der Be-  
arbeitung mit einer geradlinigen Hauptbewegungsrichtung  
durch Räumen erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bearbeitung mit  
geradliniger Hauptbewegung das Werkzeug (8) in eine  
Arbeitsstellung ausgerichtet wird und mit einer Quer-  
vorschubbewegung (13) einer Arbeitsmaschine in Richtung  
des zu bearbeitenden Steuerfensters (5) bewegt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitung mit gerad-  
liniger Hauptbewegung mit einer rotierend antreibbaren  
Arbeitsspindel (6) erfolgt, wobei der für den Rotations-  
betrieb der Spindel vorgesehene Vorschub die Haupt-  
bewegung (13) des Werkzeuges (8) bildet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Bearbeitung mit gerad-  
liniger Hauptbewegung die Arbeitsspindel (6) in die vor-  
gesehene Arbeitsstellung im Innenraum (3) gebracht und  
das Werkzeug (8) in eine Ausrichtung mit geeignetem

Angriffswinkel im Bezug auf die Lage des Steuerfensters  
(5) gedreht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß am Ende der Bearbeitung das  
Werkzeug (8) durch mit der Hubposition des Werkzeuges (8)  
abgestimmte Drehbewegungen der Spindel (6) einen Rand des  
Steuerfensters (5) bestreicht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß der erste Verfahrensschritt  
zur Ausbildung des Steuerfensters (5) durch Fräsen  
erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitung mit einem  
Scheibenfräser (7) erfolgt, dessen Schneidenbreite der  
vorgesehenen Höhe des Steuerfensters (5) in axialer  
Richtung des Zylinders entspricht.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Fräsbearbeitung bis zu  
einem Schnitteingriff des Fräswerkzeuges (7) in die  
Zylinderwand (2) entsprechend der Breite (B) des Steuer-  
fensters (5) in Umfangsrichtung des Zylinders erfolgt.
12. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Bearbeitungs-  
schritt durch eine kontaktlose Bearbeitung wie vorzugs-  
weise Erodieren erfolgt.

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner  
Menzelstr. 40 - 70192 Stuttgart

Andreas Stihl AG & Co.  
Badstr. 115  
71336 Waiblingen

A 42 126/flyu

18. Sep. 2002

### Zusammenfassung

Bei der Herstellung eines Zylinders für einen Verbrennungsmotor wird ein Zylindergehäuse (1) gegossen mit einer Zylinderwand (2), welche einen Innenraum (3) zur Aufnahme eines Hubkolbens begrenzt und anschließend in die Zylinderwand (2) ein Steuerfenster (5) als Mündung eines Strömungskanals (4) in den Innenraum (3) eingearbeitet wird.

Um eine schnelle und kostengünstige Herstellung des Zylinders zu ermöglichen, ist erfindungsgemäß eine zweistufige Bearbeitung zur Ausbildung des Steuerfensters (5) vorgesehen, wobei in einem ersten Schritt mit einem Werkzeug (7) mit rotierender Hauptbewegung (11) ein Durchbruch (10) in die Zylinderwand (2) eingearbeitet wird und in einem zweiten Schritt mit einem Werkzeug der Durchbruch (10) auf die vorgesehenen Maße des Steuerfensters (5) aufgeweitet wird.

(Fig. 3)

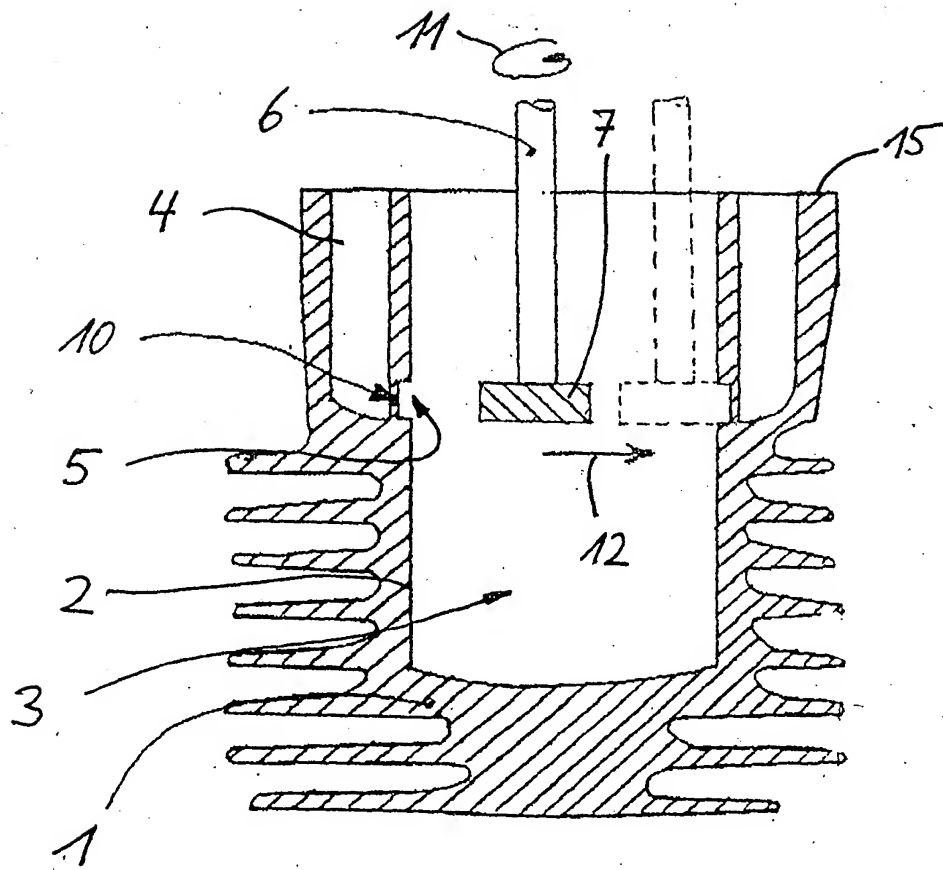


Fig. 3



18. Sep. 2002

17

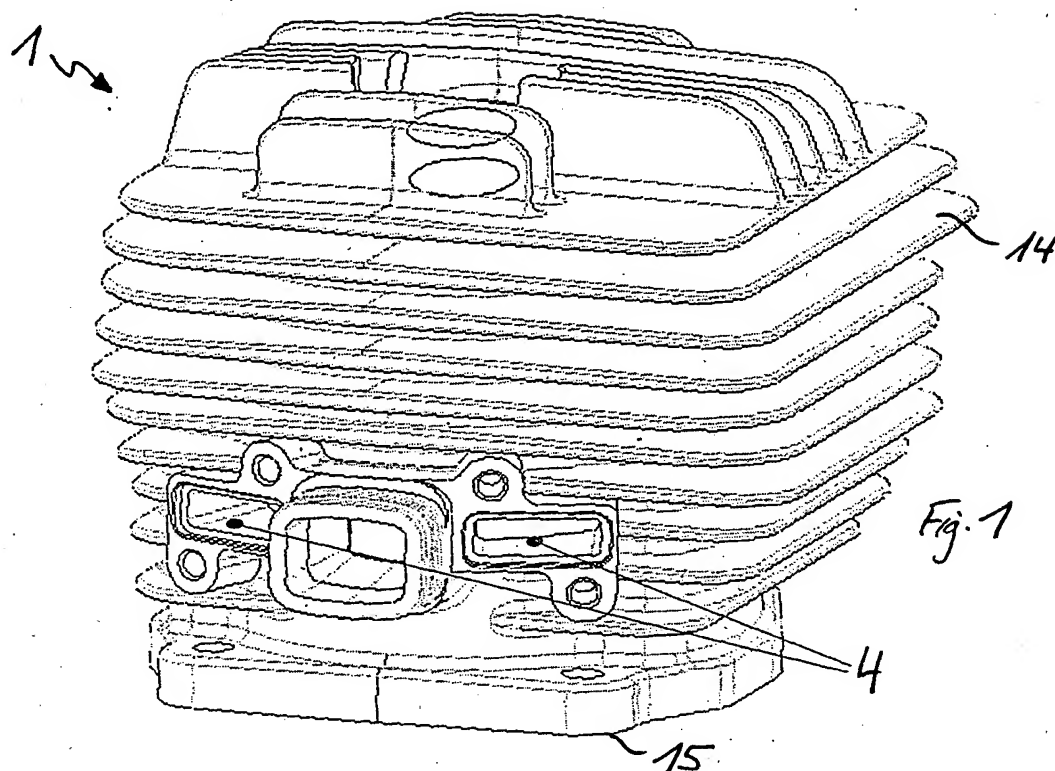


Fig. 1

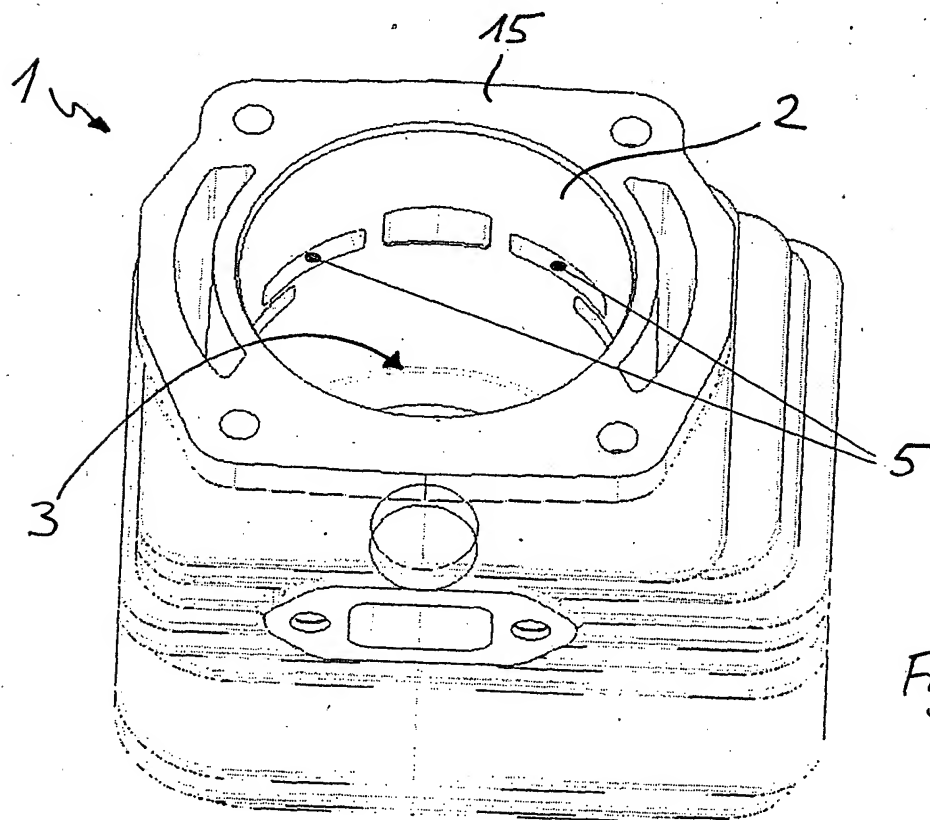


Fig. 2

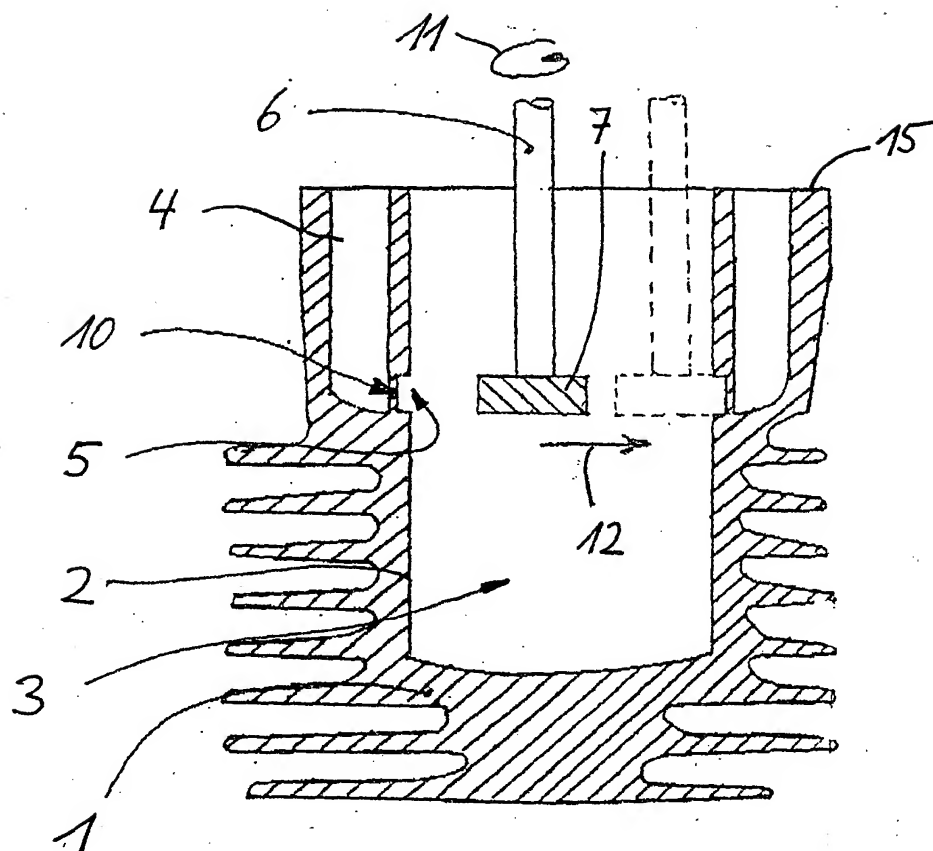


Fig. 3

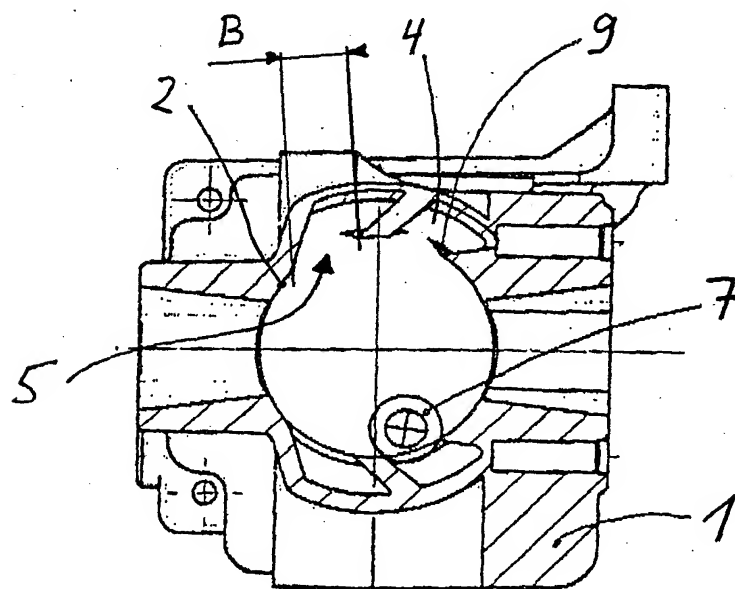


Fig. 4

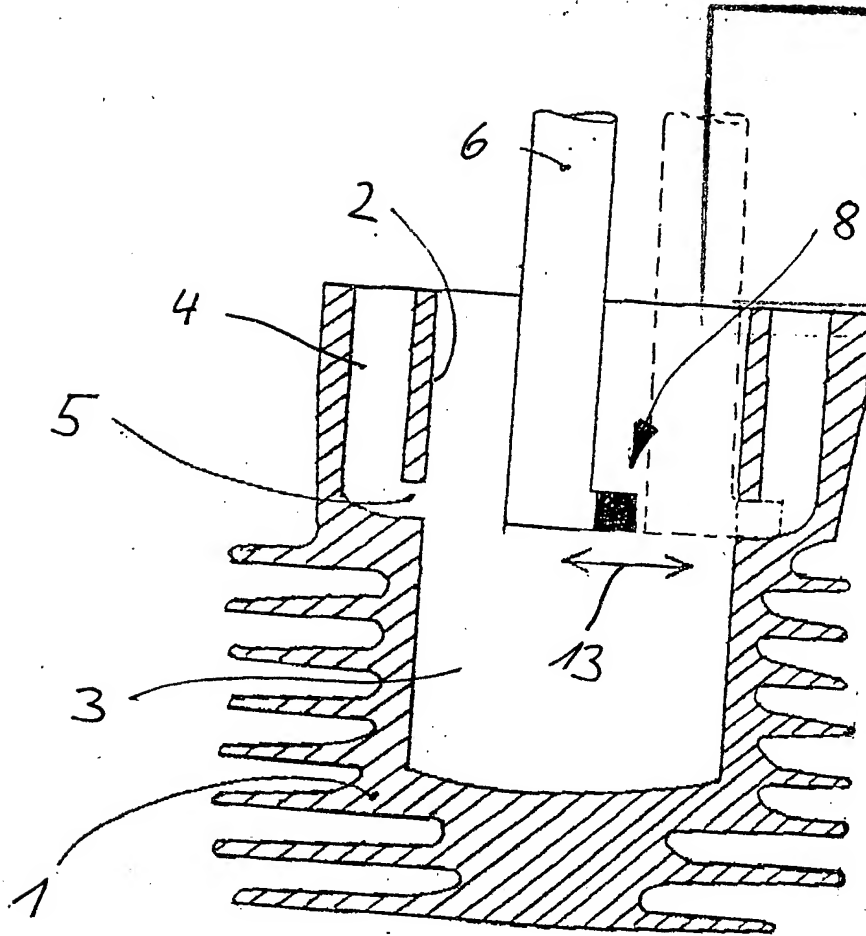


Fig. 5

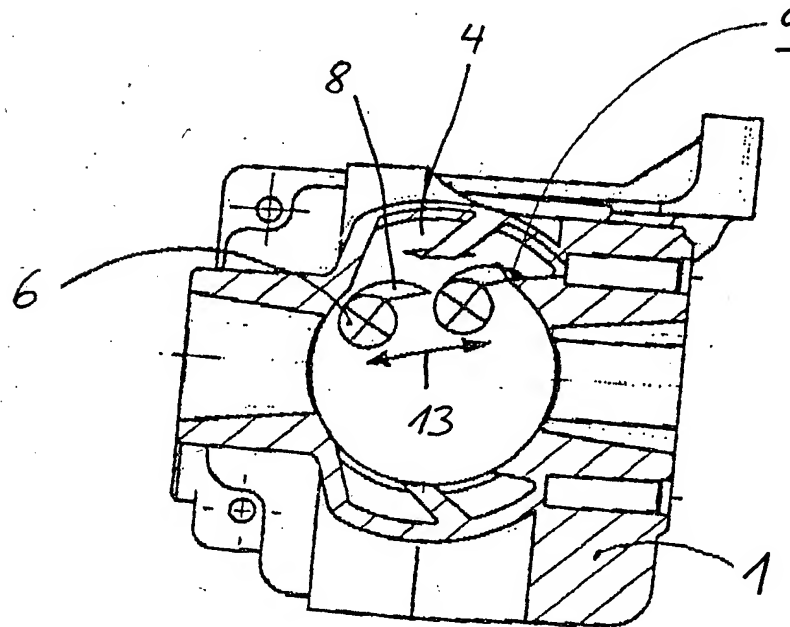


Fig. 6